云 南 植 物 研 究 6(3):295—304, 1984
Acta Botanica Yunnanica

内囊霉科检索表的增补和新种——柑桔球囊霉

唐振尧　　　　臧穆

(中国农业科学院柑桔研究所)　　(中国科学院昆明植物研究所)

摘要　本文包括内囊霉科的9个属、85种,其中一新种:柑桔球囊霉 (*Glomus citricolum* Tang *et* Zang)

菌根真菌与种子植物、蕨类植物和苔藓植物具有共生的菌根关系。这种关系对植物生长发育的重要性愈来愈被人们所重视。随着研究的深入，新分类群不断地被发现和增加。目前除少数科如：水生植物的眼子菜科、金鱼藻科、灯心草科；营寄生性能的槲寄生科、蛇菰科、檀香科以及十字花科、藜科、葫芦科等尚未发现其菌根菌种外，其他植物几乎普遍与菌根菌有共生关系。在高等植物中有内生菌根者占3—5％，有外生菌根者占90％以上。其中内囊霉科 Endogonaceae 是内生菌根最多的一个科。在已发现的泥盆纪化石中，就有这一类的真菌化石被保存下来(Butler, 1939)[4]。近五年来，随着对菌根真菌研究的发展和深入，很多新属、新种不断增加[3,7,11,12],不少属种其分布范围是广布和洲际连续的[8,9]。因此在该科的检索表中，多广泛被参考用于不同的洲际和地域[6]。

本科现知有9个属。其中有6个属普遍与高等植物形成内生菌根[10]。从与相共生的植物而言，绝大部分的属种，我国都有分布；再从经济植物的不断引种的角度来看，包括国内和国际间的，其相共生的菌种，需相应引进。而我国的菌根菌资源无疑是极为丰富的,大量的有价值的菌种,将随调查研究的深入而被发现和充实。本文参考了 Hall & Fish(1979)的分类检索，并根据Trappe & Gerdemann (1974)[5]和其他的有关资料，并补入了我国的已知资料[1,2]和标本鉴定，建立了如下的检索表。并报道了一个新种，即柑桔球囊霉*Glomus citrocolum* Tang *et* Zang。

内囊霉科Endogonaceae分属检索表

1.厚垣孢子易见，单性接合孢子少见；厚垣孢子形成于高等植物根细胞中或孢子果中……………………2
1.厚垣孢子少见，单性接合孢子易见；厚垣孢子较易保存于孢子果中，少数离释于单性接合孢子形成于高等植物根细胞中……………………5
　2.厚垣孢子较易保存于孢子果中，少数离释于孢子果之外。……………………3
　2.厚垣孢子多离释于孢子果之外，少数保存于孢子果中。……………………4
3.孢子果菌核状，中央部分由菌丝结集成团，孢子排列于菌丝结团之外围；分布于热带。……………………
　……………………硬内囊霉属 Sclerocystis Berk et Br.

本文于1983年7月11日收到。

湖南省道县农业局程安宙同志参加调查取样特致谢意。

3.孢子果不呈菌核状，中央部分不具团状菌丝结集。……………………………………………………………… 4

4.孢子果外被胶质鞘，外表色泽鲜艳，厚垣孢子或单性接合孢子不规则地散布在腔内，分布于热带。……
……………………………………………………………………………………胶鞘内囊霉属 Glaziella Thaxter

4.孢子果外被不具胶质鞘，外表色泽不鲜艳，厚垣孢子生于高等植物根细胞中或散布于土中。多分布于亚热带和温带……………………………………………………………………………………球囊霉属 Glomus Tul.

5.单性接合孢子或厚垣孢子均生于联孢菌丝之顶端，孢子外围多有菌丝附着，形成菌丝罩。………………… 6

5.单性接合孢子或厚垣孢子多生于联孢菌丝之侧端，少有生于顶端。孢子外围无菌丝附着，无菌丝罩。（但泛囊霉属 Modicella例外。）………………………………………………………………………………………… 7

6.单性接合孢子的末端与膨大的联孢菌丝相衔接，在联孢菌丝的顶部多具纤细的菌丝分出。孢子多离释于土壤中。孢子末端多具球茎状突起。分布于温带、亚热带。……巨孢囊霉属 Gigaspora Gerdemann et Trappe

6.厚垣孢子的末端与弯曲的联孢菌丝相衔接，联孢菌丝不甚膨大，但胞壁较厚。孢子离释土壤中或植物根细胞中。孢子末端多具柄突。主产温带。………………………………………内囊霉属 Endogone Link ex Fr.

7.单性接合孢子的顶端具一膨大的泡囊；孢子成熟的过程即泡囊消解的过程。………………………………… 8

7.单性接合孢子的顶端不具膨大的泡 囊。………………………………………………………………………… 9

8.单性接合孢子多在顶端泡囊的下侧方形成，联孢菌丝多分枝，孢子离释在土壤中。分布于温带、亚热带。
…………………………………………………………………无轴孢囊霉属 Acaulospora Gerdemann et Trappe

8.单性接合孢子多在顶端泡囊的正下方形成，联孢菌丝不分枝，孢子多在根细胞中。多分布于亚热带、温带。
……………………………………………………………………内养囊霉属 Entrophospora Ames et Schneider

9.孢子囊基部的联孢菌丝，具多数横隔壁，形成单列多细胞，表面具脐突状纹饰，如串珠状。产亚热带。……
……………………………………………………………………………………珠轴囊霉属 Gomplexipes Walker

9.孢子囊基部的联孢菌丝，无横隔壁，菌丝壁光滑，不呈串珠状。主产温带。………………………………
………………………………………………………………………………泛囊霉属 Modicella Gerdemann et Trappe

1 厚囊霉属（实果内囊霉属）Sclerocystis Berk et Br. 分种检索表

1.孢子果的外围有包被（Peridium）覆盖。……………………………………………………………………… 2

1.孢子果的外围无包被覆盖，或无完整的包被覆盖。外观如草莓状。见于毛地黄属（*Digitaria*）小麦、玉米等。的根际间。…………………………………………红厚囊霉 Sclerocystis rubiformis Gerdemann et Trappe

2.孢子果新鲜时不具鱼腥 气。……………………………………………………………………………………… 3

2.孢子果新鲜时有鱼腥气，潮湿时尤甚。见于蝎尾蕉属（*Heliconia*），锦葵属（*Hibiscus*），鹅掌柴属（*Schefflera*）等根际。…………………………………………………腥厚囊霉 Sclerocystis dussii (Pat.) Hönn

3.孢子果的包被是厚壁、弯曲，紧裹孢子的菌丝所组成，见于柑桔属（*Citrus*），雀稗属（*Paspalum*）的根际间。……………………………………………………弯丝厚囊霉 Sclerocysis sinuosa Gerdemann et Bakshi

3.孢子果的包被不具弯曲的菌 丝……………………………………………………………………………………… 4

4.孢子呈明显的长棒状，孢子尖端具加厚的壁，孢子长140—185微米，阔20—50微米。……………………
…………………………………………………………………………棒孢厚囊霉 Sclerocystis clavispora Trappe

4.孢子不如上 述。……………………………………………………………………………………………………… 5

5.孢子果直径多大于1毫米。孢子果的孢子排列规则，列于外围，不成散生状，生于玉米、芭蕉属，榕属（*Ficus*）等根际。……………………………………………核结厚囊霉 Sclerocystis coremioides Berk ef Br.

5.孢子果直径小于1毫米，孢子果的孢子排列不规则，散生状。产热带美洲，见于椰子树的根 际。……………
………………………………………………………………………粒状厚囊霉 Sclerocystis coccogena (Pat.) Höhn

---

1）联孢菌丝（Subtending hypha），或孢联菌丝，指衔接孢子、配子囊或孢囊梗的菌丝；形状多异，粗细不一，或单轴，或分枝，或膨大呈喇叭形或呈球茎形。

2 无轴孢囊霉属Acaulospora Gerdemann et Trappe分种检索表

1.单性接合孢子较大，直径大于100微米 ………………………………………………………………………… 2

1.单性接合孢子较小，直径50—82×42—72微米………崔氏无轴孢霉 Acaulospora trappei Ames et Lindermann

2.单性接合孢子壁光滑，虽外壁早期也偶具小孔，但外壁早落，仍显示其光滑的特征。多见于玉米（*Zea mays*），棉花（*Gossypium hirsutum*），烟草（*Nicotiana tabacum*）等根际。…………………………………………………………………………光壁无轴孢囊霉 Acaulospora laevis Gerdemann et Trappe

2.单性接合孢子壁不光滑。………………………………………………………………………………… 3

3.孢子壁具网状花纹，网纹脊突的面为双层，网底中央部多具乳状突起。生于玉米和檫木（*Sassafrafas albidum*）的根际。………………………………双网无轴孢囊霉 Acaulospora bireticulata Rothwell et Trappe

3.孢子壁的纹饰不如上述，其脊突的面不为双层。……………………………………………………………… 4

4.孢子壁表面呈脑纹状皱叠。生于玉米、烟草和稗草（*Paspalum notatum*）等根际。…………………………………………………………………………詹氏无轴孢囊霉 Acaulospora gerdemannii Schrenck et Nicolson

4.孢子壁表面纹饰呈网孔状或蜂巢状。…………………………………………………………………… 5

5.孢子壁表面呈蜂巢状。孢子近透明，偶微绿色，极少淡褐色。生于猫儿菊(*Hypochaeris*)，草莓属(*Fragaria*)，崖柏属（*Thuja*）等根际。……………………………………巢孔无轴孢囊霉 Acaulospora scrobiculata Trappe

5.孢子壁表面呈网孔状，孔间有刺突。孢子黄色、褐色。…………………………………………………………………………………………长无轴孢囊霉 Acaulospora elegans Trappe et Gerdemann

本属存疑种尚有：*Acaulospora tuberculata* Janos et Trappe，*Acaulospora spinosa* Walker et Trappe和*Acaulospora foveata Trappe et Janos*等。

3 珠轴囊霉属Complexipes Walker

现知仅一种：珠轴囊霉 Complexipes moniliformis Walker 现知分布于澳大利亚和新西兰；生于爬山虎*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch 根际和多种松树如：*Pinus resinosa* Ait，*Pinus sylvestris* L.，*Pinus strobus* L. 林下。

4 内囊霉属Endogone Link ex Fr.分种检索表

1.孢子果新鲜时有浓厚的洋葱气味。生于云杉属、铁杉属根际。…………………………………………………………………………异味内囊霉内 Endogone incrassata Thexter

1.孢子果新鲜时无特殊气味。……………………………………………………………………………… 2

2.孢子果直径大于1毫米。………………………………………………………………………………… 3

2.孢子果直径小于1毫米，集结成亮灰色垫状丛团。孢子无色。生于桦木、栎属等根际。…………………………………………………………………………白内囊霉 Endogone alba (Petch) Gerdemann et Trappe

3.孢子果中的孢子成束而分离散生，联孢菌丝往往多于一根或仅有一根 ……………………………… 4

3.孢子果中的孢子排列较规则或近于规则，孢子外围无菌丝罩。…………………………………………… 6

4.联孢菌丝往往多于一根，呈分枝状。……………………………………厚内囊霉 Endogone crassa Tandy

4.联孢菌丝仅为单枝，不呈分枝状 ………………………………………………………………………… 5

5.孢子果破后有粘乳汁溢出。……………………………………………………………………………… 7

5.孢子果破后无粘乳汁溢出。……………………………………………………………………………… 8

6.孢子果的孢子顶生，呈放射状排列。……………………………………………………………………13

6.孢子果的孢子近顶生，排列近于规则，成熟时有腔口外裂，孢子表面不附着菌丝。孢子果橙黄色。地下生。见于松柏类，桤木（*Alnus*）等根际。………………………豌豆状内囊霉 Endogone pisiformis Link ex Fr.

7.孢子外壁较内壁为厚；孢子果的孢子列为成分离的束丛；孢子外围无菌丝罩。见于云杉属，铁杉属黄杉属（*Psudotsuga*）等根际。…………………………奥列冈内囊霉 Endogona oregonensis Gerdemann et Trappe

7.孢子外壁较内壁为薄；孢子果内的孢子无排列次序，孢子外围有菌丝罩。……………………………8

8.联孢菌丝阔达80微米；菌丝罩多于一层，孢子阔94—190微米。见于冷杉属、黄杉属、铁杉属、松属、栎属等根际。……………………………乳汁内囊霉 Endogone lactiflua Berk et Br.

8.联孢菌丝窄于40微米；孢子成熟后菌丝破散，菌丝罩呈螺旋排列，菌丝列成单层，呈红色。见于松属、黄杉属等根际。……………………………赤冠内囊霉 Endogone flammicorona Trappe et Gerdemann

9.孢子外壁薄于内壁。……………………………10

9.孢子外壁厚于内壁或近于等厚……………………………12

10.孢子果新鲜时砖红色，孢子外围有菌丝罩；具联孢菌丝。…………网状内囊霉Endogone reticulata Tandy

10.孢子果新鲜时非砖红色，孢子外围无菌丝罩，联孢菌丝不明显。……………………………11

11.孢子果的孢子排列成疏散的束丛；孢子果褐色，表面有疣突。地下生。……………………………
……………………………疣表内囊霉 Endogone verrucosa Gerdemann et Trappe

11.孢子的孢子排列成辐射状的束丛；孢子果污白色，表面成裂片状。地下生。见于栎属，山核桃属（*Carya*）根际。……………………………多网内囊霉 Endogone multiplex Thaxter

12.孢子外壁厚于内壁，外壁4微米，内壁1—2微米厚；孢子44－90×42－150微米。……………………………
……………………………瘤内囊霉 Endogone tuberculosa Lloyd

12.孢子内外壁厚度几相等（4—13微米）。孢子78—103×118—182微米。……………………………
……………………………聚集内囊霉 Endogone aggregata Tandy

13.孢子果的孢子成层排列，成不规则束团。孢子外围有菌丝罩，孢子113—177×82—149微米。见于黄杉属根际。……………………………层片内囊霉 Endogone stratosa Trappe, Gerdemann et Fogel

13.孢子果的孢子顶生，成放射状排列。孢子不具菌丝罩，孢子15×30—80×59微米。成熟后联孢子菌丝即散失。……………………………顶生内囊霉 Endogone acrogena Gerdemann, Trappe et Hosford

本属存疑种尚有 *Endogone eucalypti* Warcus, nom.ined.（生于桉树（*Eucalyptus*）之根际。）*Endogone irregularis* Azemere（生于松柏类根际）。

5 内养囊霉属Entrophospora Ames et Schneider

现知仅一种：稀有内养囊霉 Entrophospora infrequens (Hall) Ames et Schneider 原知仅产于新西兰，近几年来在北美之东西海岸均有报道，产于玉米，大豆和杨属（*Populus*）的根际。

6 胶鞘囊霉属Glaziella Thaxter （空心内囊霉属：魏景超：真菌鉴定手册：60. 1979）

现知仅一种：橙色胶鞘囊霉 Claziella aurantiaca (Berk. et Curt.) Cke.

7 巨孢囊霉属 Gigaspora Gerdemann et Trappe 分种检索表

1.单性接合孢子色泽较深；褐色、深褐色或黑色。……………………………2

1.单性接合孢子透明至白色或淡黄绿色。……………………………5

2.单性接合孢子黑色，孢子壁表面的纹饰呈大孔状，其间并列以小孔，孔径7—10微米。生于大豆、乌檀属*Nauclea*）的根际。……………………………黑巨孢囊霉 Gigaspora nigra Redhead

2.单性接合孢子褐色或深褐色，孢子壁表面的纹饰不呈孔状。有土生泡囊。……………………………3

3.孢子表面具小棘刺，刺高1—3微米，孢子直径少于300微米。……………………………
……………………………异配巨孢囊霉 Gigaspora heterogama (Nicol. et Gerdemann) Gerdemann et Trappe

3.孢子表面不呈棘刺状，孢子直径少十250微米……………………………4

4.孢子表面具不规则的突起，突起高1—7微米，阔3—15微米。泡囊成串状。……………………………
……………………………集生巨孢囊霉 Gigaspora gregaria Schenck et Trappe

4.孢子表面具脊和疣突，脊高2微米，阔0.5—0.6微米。泡囊单一，如冠状。见于草莓属，珊瑚菜属（*Glehniax*）酸模属（*Rumex*）等根际。……………………………冠状巨孢囊霉 Gigaspora coralloides Trappe

5.单性接合孢子在机械压力下，外壁易分离脱落。…………………………6
5.单性接合孢子在机械压力下，内外壁不分离…………………………7
6.单性接合孢子直径少于200微米。子的透明，配囊柄细胞透明；泡囊棕色，单一或成串。生于大豆、稗草等根际。…………透明巨囊霉 Gigaspora pellucida Nicolson et Schenck
6.单性接合孢子直径大于200微米，孢子近透明，配囊柄细胞浅褐色；泡囊淡褐色，成串。生于豆科、禾本科、草莓、洋葱等植物根际。…………长巨孢囊霉 Gigaspora gilmorei Trappe et Gerdemann
7.单性接合孢子壁一层，厚度小于5微米。孢子淡黄至淡绿色。泡囊单一，有节，直径23—33微米。见于苹果属，洋葱，蒿属（*Artemesla*），扁柏属（*Chamaecyparis*）等根际。…………美巨孢囊霉 Gigaspora calospora（Nicol. et Gerd.）Gerdemann et Trappe
7.单性接合孢子壁多层，厚度大于5微米。泡囊多数，成串。…………………………8
8.单性接合孢子黄色或黄绿色，孢子直径大于250微米。…………………………9
8.单性接合孢子透明或乳白色，孢子直径少于250微米。…………………………10
9.单性接合孢子浅黄色，金黄色；枯死前呈褐黄色，绝无黄绿色。泡囊成串生长，具棘刺。联孢菌丝直径40—70微米。…………全球巨孢囊霉 Gigaspora aurigloba Hall.
9.单性接合孢子黄色至黄绿色。泡囊顶部具棘刺，成串。联孢菌丝直径41—51微米，生于玉米，槭属（*Acer*），鹅掌楸属（*Liriodendron*）等根际。…………大巨孢囊霉 Gigaspora gigantea（Nicol. et Gerd.）Gerdemann Trappe
10.单性接合孢子透明至乳白色，孢子壁2—5层，每层厚1—2微米，孢子与联孢菌丝衔接处呈玫瑰色。生于豆科植物和稗草根际。…………玫瑰红巨孢囊霉Gigaspora rosea Nicolson et Schenck
10.单性接合孢子透明、白色。孢子壁4—10层，每层厚1.5—4微米，孢子和联孢菌丝之衔接处色泽透明。…………珠状巨孢囊霉 Gigaspora marggarita Becker er Halla

本属存疑种尚有：*Gigaspora erythropa* Koske et Walker, *Gigaspora alborosea* Ferr et Herr, *Gigaspora minuta* Ferr et Herr, *Gigaspora savannicola* Herr et Ferr, *Gieaspora persica* Koske, *Gigaspora tricalypta* Ferr et Herr 等。

8　泛生囊霉属 Modicella Gerdemann et Trappe 分种检索表

1.孢子囊直径55—118微米，内含孢囊孢子多于20枚。孢子直径小，7—17微米。见于栎属，黄杉属，北美红杉属（*Sequia*）等根际。…………锤状泛囊霉 Modicella malleola（Hark.）Gerdemann et Trappe
1.孢子囊直径小于60微米，内含孢囊孢子一般为4—12枚。不多于20枚。孢子直径大，12—38微米。…………肾状泛囊霉 Modicella reniformis（Bres.）Gerdemann et Trappe

9　球囊霉属Glomus Tul. 分种检索表

1.成熟的厚垣孢子壁多数透明，白色或黄色、黄绿色；部分由于老化，亦呈深褐色…………2
1.成熟的厚垣孢子壁不透明，而呈棕色至黑色，少数内壁透明…………12
2.厚垣孢子壁透明，多在根中形成…………3
2.厚垣孢子壁黄色至黄褐色，不在根中形成，或尚未在根组织中发现。…………5
3.厚垣孢子壁较薄。…………4
3.厚垣孢子壁较厚。孢子直径大于15微米，联孢菌丝多于一根；泡囊大，直径大于15微米，生于豆科植物等根际。…………多轴球囊霉 Glomus multicaulis Gerdemann et Bakshi
4.厚垣孢子壁表面有粘液，孢壁厚约10—12微米，菌丝细，不等粗，0.5—3微米，生于大豆、稗草、花生（*Arachis hypogea*）等根际。…………明球囊霉 G. clarus Nicolson et Schenck
4.厚垣孢子壁表面无粘液，生于稗草根际。…………细球囊霉 G. tenuis（Greenall）Hall
5.与孢子相衔接的联孢菌丝呈漏斗形或筒形…………6
5.与孢子相衔接的联孢菌丝不如上述。…………7

6.联孢菌丝呈筒形，孢子形成于孢子果内、……………………………………筒丝球囊霉 **G. tubiformis** Tandy

6.联孢菌丝漏斗形，孢子形成于孢子果内或果外。见于禾本科，扁柏属，柳叶菜属（*Epilobium*）根际。……
……………………………………………漏斗孢球囊霉 **G. mosseae** (Nicol et Gerd.) Gerdemann et Trappe

7.联孢菌丝在孢子基部呈袖套状。见于银杏，车轴草属（*Trifolium*），玉米等根际……………………………
…………………………………………苏格兰球囊霉 **C. caledonius** (Nicol. et Gerd.) Gerdemann et Trappe

7.联孢菌丝不呈袖套状。……………………………………………………………………………………………8

8.孢子较大。……20

8.孢子中型或较小。…………………………………………………………………………………………………9

9.孢子直径一般大于50微米。…………………………………………………………………………………10

9.孢子直径一般小于50微米。…………………………………………………………………………………11

10.孢子直径55—160微米，孢子果赭褐色，多在土壤表面，孢子果直径3×3—6×6毫米。热带种。………
……………………………………………………………黄球囊霉 **C. fulvus** (Berk et Br.) Trappe et Gerdemann

10.孢子直径49—73微米。孢子果色较淡，在土下，脆而易碎，直径1×3毫米。亚热带种。………………
……………………………………………………………脆球囊霉 **G. fragilis** (Berk et Br.) Trappe e tGerdem.

11.孢子直径25—50微米，联孢菌丝明显，于子果生土下，生于烟草（*Nicotiana tabacum*）草莓，梯枚草属（*Phleum*），悬钩子属（*Rubus*）等根际。……………………小果球囊霉 **Glomus microcarpus** Tul. et Tul.

11.孢子直径18—48um，联孢菌丝不明显，其菌丝仅2微米阔。见于柳属、檫木属、石栎属等根际和倒木附近。
………………………………………………柔毛球囊霉 **G. pubescens** (Sacc. et Ell.) Trappe et Gerdemann

12.孢子形成于植物根组织中，孢子直径通常超出150微米。……………………………………………………13

12.孢子不形成于植物根组织中，孢子直径通常超出150微米，极少例外。…………………………………15

13.孢子幼期外被短命外套，厚5微米，孢子壁呈层片状，厚2—8微米，多生于禾本科和柑桔属（*Citrus*）根际。……………………………………………………………………幼套球囊霉 **G. etunicatus** Becker et Gerdemann

13.孢子壁外不被短命外套。……………………………………………………………………………………14

14.孢壁黄褐色，壁厚3—17微米，孢子果中孢子密集。生于大豆和稗草，扁柏属，路边青属（*Geum*），喜林芋属（*Philodendron*）等根际……………………………………………………………………………………
…………………………束球囊霉 **G. fasciculatus** (Thaxter sensu Gerdemann) Gerdemann & Trappe

14.孢子壁淡褐色，壁厚4—20微米。孢子直径50—155微米，具大型泡囊。见于喜林芋属等根际。…………
……………………………………………………泡囊球囊霉 **G. vesiculifer** (Thaxer) Gerdemann et Trappe

15.孢子果中的孢子呈放射状排列。见于扁柏属的根际。…………………………………………………………
…………………………………………………………放射球囊霉 **G. radiatus** (Thaxter) Trappe et Gerdemann

15.孢子果中的孢子不呈放射排列。……………………………………………………………………………16

16.孢子成丛生于菌丝顶端，孢子基部无柄状突起，孢子外壁厚于内壁。……………………………………
……………………………………………………………无柄球囊霉 **G. fuegianus** (Speg.) Trappe et Gerdemann

16.孢子不如上述，孢子外壁略薄于内壁。…………………………………………………………………17

17.成熟孢子内壁的外表面具纹饰，有微棘突，但外壁面仍属光滑，孢子往往与菌丝粘附。见于雏菊属（*Bellis*），扁柏属，小麦等根际。…………………………………………单孢球囊霉 **G. monosporus** Gerd. et Trappe

17.不如上述。……18

18.孢子内壁透明，孢子与联孢菌丝相衔接处常阻塞。…………………………柔球囊霉 **Glomus tener** Tandy

18.孢子内壁黄褐色，孢子与联孢菌丝相衔接处不阻塞。……………………………………………………19

19.孢子亮黄至明褐黄色，直径95—140微米，联孢菌丝最粗处为10微米，并嵌入孢壁。孢子果地面生。………
…………………………………………………………………………地表球囊霉 **G. epigaeus** Daniels et Trappe

19.孢子黄褐至深褐，直径95—400微米，联孢菌丝最粗处大于10微米，不内嵌。孢子果地下生。见于槭属，伞形科，柳叶菜属，禾本科等植物根际。……………………………………大果球囊霉 **G. macrocarpus** Tul. et Tul.

20.孢子果习见。或较易于鉴别。…………………………………………………………………………………21

20.孢子果不详。或较特异。………………………………………………………………………………………29

21.孢子果外表的菌丝较厚，或粗糙。……………………………………………………22
21.孢子果外表的菌丝较薄，或光滑。……………………………………………………23
22.孢子果外围的菌丝扭旋不平，孢子含有黄色油滴。………卷球囊霉 G. convolutus Gerdemann et Trappe
22.孢子果外围的菌丝不扭旋但微粗糙，孢子黄色，直径150—230微米。……………………………………………………黄孢球囊霉 G. flavisporus (Lange et Lund) Gerdemann
23.孢子果内仅含1—2枚孢子。……………红褐色层片壁群 Red-brown laminate (Mosse & Bowen, 1968)
23.孢子果内含多枚孢子。……………………………………………………24
24.孢子直径长大于阔。……………………………………………………25
24.孢子直径长阔相近。……………………………………………………28
25.孢子壁红褐色。……………………………………………………26
25.孢子壁淡黄色。孢壁4微米厚，孢子果有包被。……………………………………………………27
26.孢壁8微米厚，外壁成熟后宿存不呈残壳状；孢子果无包被。……………………………………………………北方球囊霉 G. borealis (Thaxter) Trappe et Gerdemann
26.孢壁5—13微米厚，外壁成熟后呈残壳状剥裂。…………………………詹氏球囊霉 G. gerdemannii Rose
27.孢子长55—160微米。联孢菌丝最阔处宽5—15微米……………………………………………………黄球囊霉 G. fulvus (Berk. et Br.) Trappe et Gerdemann
27.孢子长70—100微米。联孢菌丝最阔处宽4—6微米。……………………………………………………加拿大球囊霉 G. canadensis (Thaxter) Trappe et Gerdemann
28.菌丝与孢子衔接处有横隔壁，不阻塞；孢子直径48—100×45—105微米。孢子外壁老化后，呈片状剥落。热带种。……………………………………垫状球囊霉 G. pulvinatus (Henn.) Trappe et Gerdemann
28.菌丝与孢子衔接处有横壁，具阻塞物。孢子直径32—78×28—68微米。孢子外壁老化后，亦呈片状剥落。……………………………………………………淡色球囊霉 Glomus pallidus Hall
29.孢子果不详。……………………………………………………31
29.孢子果破裂后，有乳汁溢出。……………………………………………………30
30.孢子外壁薄，黑色；内壁透明，酷似单层壁见于冷杉属根际。……………………………………………………黑孢球囊霉 Glomus melanosporus Gerdemann et Trappe
30.孢子外壁不呈黄色，酷似黑色球囊霉，但孢子外围有菌丝组成的套膜状复盖物。可能为近似本属的内囊霉属*Endogone* 的有乳汁的种群。
31.厚垣孢子直径大于100微米……………………………………………………32
31.厚垣孢子直径小于100微米……………………………………………………33
32.孢子壁单层或内外壁不易区分。孢子成联结状。联孢菌丝基部微缢缩，但不呈漏斗形。……………………………………………………联结球囊霉 Glomus constrictus Trappe
32.孢子壁多层；外壁厚于内壁，外壁厚9—15微米，内壁厚4微米，孢子分散排列；联孢菌丝成漏斗形。……………………………………………………大轴球囊霉 G. magnicaulis Hall
33.孢子多层，孢子直径50—75微米，联孢菌丝呈袖套状。…………………套膜球囊霉 Glomus invermaius Hall
33.孢壁多层，外壁厚于内壁，外壁厚8微米，内壁厚2微米。联孢菌丝不呈袖套状。生于柑桔属的根际。……………………………………………………柑桔球囊霉 Glomus citricolum Tang et Zang

柑桔球囊霉　新种　图1，图版 I

Glomus citricolum Tang, et Zang sp. nov. Fig. 1, Plate I

Sporocarpia ignota. Chlamydosporae singulae et laxe fasciculatae in solo vel confertim fasciculatae in corte radicellae *Citri* formatae. Formae quorum globosae, subglobosae, ovoideae, obovoideae vel irregulariformes, 35—65 μm latae, 60—90 μm longae, subbrunnea vel fulvo-brunneae, laeves vel scabridiusculi-

prominentiis praeditae, qui 0.2—0.8 μm altae. Sporae hyalinae interdum lutescentes; tunicis bistratis praeditae, tunica interior 0.8—2 μm crassa et exterior 3.2—8 μm crassa. Interdum septo distale clausa. Vesiculae, subfusoideae, ovoideae vel ellipsoideae, 15—26 μm latae, 25—52 μm longae. Formans vescular arbusculares mycorrhizas.

In Corte radicellae *Citri sinensi* Osbeck.

Hunnan Prov. Dao Xian. 1. X. 1982. Tang Zhen-yao No. 1. (KUN: 10401. Typus).

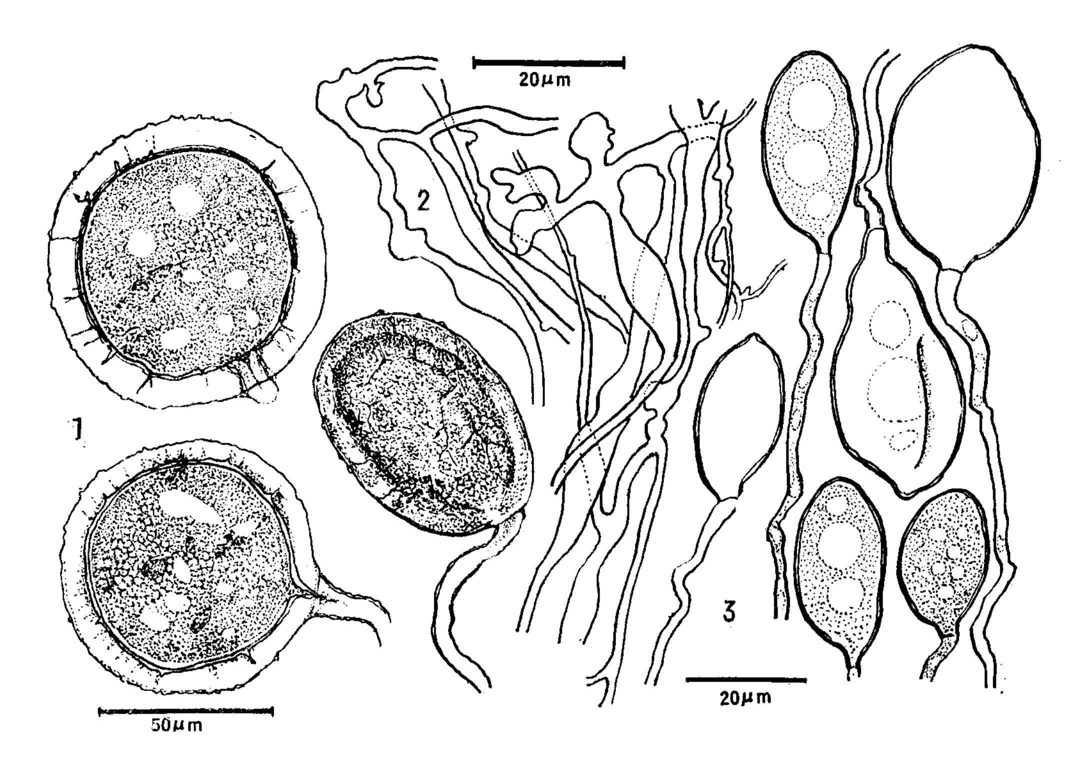


图1 柑桔球囊霉 Glomus citricolum Tang et Zang 1.厚垣孢子。2.菌丝。3.泡囊。

孢子果不详。厚垣孢子游离单生及稀疏丛生于土壤中或成丛紧密交织于柑桔属根表及皮层组织中。孢子呈圆球形或近圆球形、卵形或不甚规则的近卵形；直径阔35—65微米，长60—90微米。近褐色或黄色，孢壁较光滑或微粗糙，间或有突起0.2—0.8微米。孢壁双层，外层厚，厚3.2—8微米，内层薄，0.8—2微米。孢壁透明，有时呈淡黄色。孢子和联孢菌丝的衔接处，有阻塞。菌丝整齐分布于根皮层组织中，并在其细胞间隙中膨大形成泡囊。具泡囊丛枝菌丝。

湖南：道县，柑桔园，鸭蛋柑(*Citrus sinensis* Osbeck.) 根的皮层组织中。1. X 1982. 唐振尧，1号。昆明植物研究所标本室10401，模式）。

本种与柑桔属根系形成V-A菌根。喜生于中国的亚热带的酸性红黄壤中，虽与幼套球囊霉 *Glomus etunicatus* Becker et Gerdemann 相似，但厚垣孢子壁外不具短命的

外套，且厚壁孢子直径很少超过90微米。另外也近似束球囊霉 *Glomus fasciculatus* (Thaxter sensu Gerdemann) Gerdemann et Trappe，其区别点在于后者的厚垣孢子直径超过100微米，并有超过120微米者，且孢壁厚度变异甚大（3—17微米），增厚处向内形成洞状突起；故立为新种。

参 考 文 献

〔1〕唐振尧、张云秀、万仁秀，1980：我国两种柑桔菌的研究初报。园艺学报7（4）：1—8。

〔2〕魏景超，1970：真菌鉴定手册，60。上海科学技术出版社。

〔3〕Becker, W. N. & I. R. Hall, 1976: *Gigaspora margarita*, A new species in the Endogonaceae. *Mycotaxon*, 4 (1): 155—160.

〔4〕Butler, E. J. 1939: The occurrences and systematic position of the vesicular-arbuscular type of mycorrhizal fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 22: 274—301.

〔5〕Gerdemann, J. W. & J. M. Trappe, 1974: The Endogonaceae in the Pacific Northwest. *Mycolgia Memoir* No. 5: 1—76.

〔6〕Hall, I. R. & B. J. Fish, 1979: A key to the Endogonaceae. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 73 (2): 261—270.

〔7〕Koske, R. E. et al., 1983: *Gigaspora reticulata*: A newly described Endomycorrhizal fungus from New England. *Mycotaxon*, 16(2): 429—435.

〔8〕Nicolson, T. H. & J. M. Gerdemann, 1968: Mycorrhizal Endogone species. *Mycologia*, 60: 313—325.

〔9〕——————. & N. C. Schenck 1979: Endogonaceus mycorrhizal endophytes in Florida. *Mycologia*, 71: 178—198.

〔10〕Schenck, N. C. & G. S. Smith, 1982: Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. *Mycologia* 74(1): 77—92.

〔11〕Walker, C. et al. 1981: *Glomus albidus*: a new species in the Endogonaceae. *Mycotaxon* 7 (2): 509—514.

〔12〕Walker, C. 1982: Species in the Endogonaceae: A new species (*Glomus occultum*) and a new combination (*Glomus geosporum*). *Mycotaxon* 15: 49—61.

ADDITIONS TO THE KEY OF ENDOGONACEAE AND A NEW SPECIES OF MYCORRHIZAL FUNGUS: *Glomus citricolus* Tang et Zang

Tang Zhenyao

(Citrus Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Science)

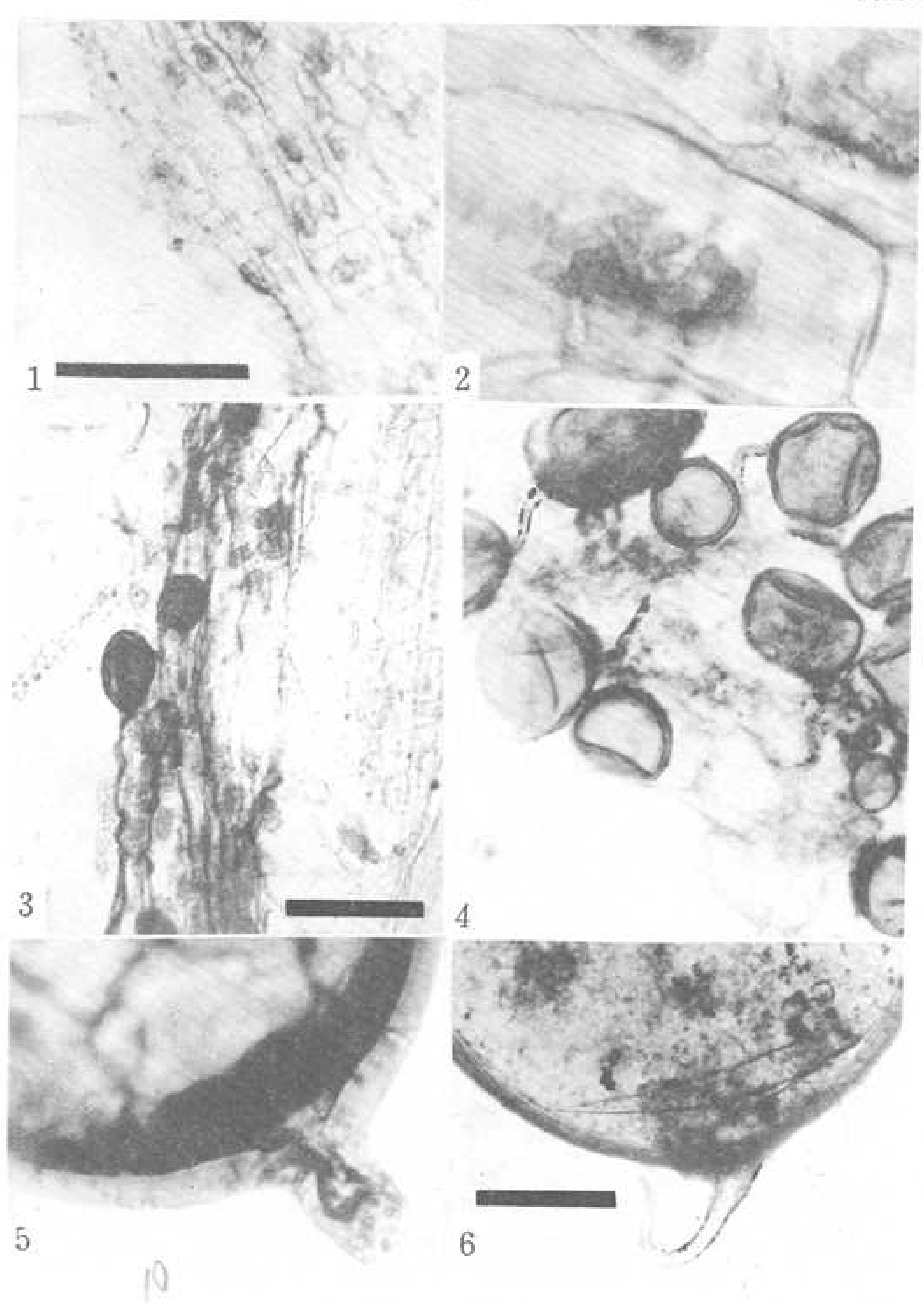
Zang Mu

(Kunming Institute of Botany, Academia Sinica)

Abstract

Despite the attention paid to the Endogonaceus taxonom by I. R. Hall & B. J. Fish (1979), T. H. Nicolson (1968, 1979), J. M. Trappe & J. W. Gerdemann (1974) and others C. Walker (1981, 1982) etc. as yet little is known from China. A recent mycorrhizal exploration in which the authors took part have yielded a species of *Glomus* new to science. It is *Glomus citricolum* Tang et Zang. It is found inred-yellow podzolic soils of *Citrus* orchards of China, tis current distribution is limited in Province Hunnan. The mycorrhizal associated with the roots of *Citrus sinensis* Osbeck. and forms vesicular-arbusculartype of endomycorrhiza.

The species is closely related to *Glomus etunicatus* Backer et Gerdemann, but may be distinguished from the latter by its small chlamydospores (35—65 × 60—90 μm) and without the ephemeral hyaline outer wall of spores. On the other hand, the species is also similar to *Glomus fasciculatus* (Thaxter sensu Gerdemann) Gerdemann et Trappe, differs from it in that the latter by its larger chlamydospores, the globose spores mostly exceeding 100 μm diam at maturity, generally exceeding 120 μm and the thinker walls are often minutely perforate with thickened inward projections.



柑桔球囊霉 *Glomus citricolum* Tang 1.柑桔根组织中的丛枝菌丝体（尺标350微米）。2.菌丝（尺标50 微米）。3.菌丝和泡囊（尺标50微米）。4.厚垣孢子。5.厚垣孢子的一部。6.厚垣孢子联孢菌丝（尺标10微米）。